

UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE – UNESC
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

SILVIA NÁDIA VICTORIANO

BIOMONITORAMENTO DO AR COM *TRADESCANTIA PALLIDA* (ROSE) D.R.
***HUNT* NO MUNICÍPIO DE SIDERÓPOLIS, SANTA CATARINA**

CRICIÚMA-SC
2018

SILVIA NÁDIA VICTORIANO

**BIOMONITORAMENTO DO AR COM *TRADESCANTIA PALLIDA* (ROSE) D.R.
HUNT NO MUNICÍPIO DE SIDERÓPOLIS, SANTA CATARINA**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela Banca Examinadora para obtenção do Grau de Bacharel no Curso de Ciências Biológicas da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, com Linha de Pesquisa em Mutagênese Ambiental.

Orientadora: Prof. Dra Miriam da Conceição Martins

CRICIÚMA-SC

2018

SILVIA NÁDIA VICTORIANO

**BIOMONITORAMENTO DO AR COM *TRADESCANTIA PALLIDA* (ROSE) D.R.
HUNT NO MUNICÍPIO DE SIDERÓPOLIS, SANTA CATARINA**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela Banca Examinadora para obtenção do Grau de Bacharel no Curso de Ciências Biológicas da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, com Linha de Pesquisa em Mutagênese Ambiental.

Criciúma, 22 de novembro de 2018.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra Miriam da Conceição Martins (UNESC)
(Orientadora)

Prof. Me Maria Júlia F. Angeloni Correa (UNESC)

Prof. Dr Kristian Madeira (UNESC)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus, pelos momentos de tristeza e alegria em que foste o único que presenciaste e pela fé que por muitas vezes abalada, nunca deixaste que eu desistisse. Muito difícil exprimir neste momento o que sinto, tantos sentimentos envolvidos, a vontade que tenho agora ao escrever é de gritar tão alto ao ponto de não conseguir respirar. Não vou escrever muito porque as pessoas próximas sabem da minha consideração e gratidão. Mas não poderia deixar de citar alguns nomes que foram importantes nesta caminhada.

Aos meus pais o meu muito obrigada por tudo. Em especial a minha mãe Ermelinda que mesmo não falando sofreu comigo, nunca poderei pagar o que fizeste e fazes por mim.

Aos meus irmãos Nelo, Senio e Delcio, por todo apoio e amor sempre. As minhas cunhadas (Mafalda, Marlene e Gilda)

A MINHA FAMÍLIA, à família Figueira e especialmente ao meu amado namorado Pedro Figueira, obrigada pelo apoio, paciência e ao AMOR.

Às minhas amigas de longa data “Classe A” heheh (Big brother). Meus amigos que esta jornada da vida me deu Moustapha e Ricardo, levarei vocês no meu coração para sempre. Obrigada por tudo, temos muita história para contar, por tudo que vivemos cá no Brasil. E espero que seja assim para sempre.

Um obrigado especial a minha orientadora Miriam da Conceição Martins. Aos meus colegas, professores, foi um imenso prazer partilhar com vocês novas experiências

“Eu sou aquela mulher que fez a escalada da montanha da vida, removendo pedras e plantando flores.”

Cora Coralina.

RESUMO

Em geral, os estudos da poluição atmosférica são classificados de acordo com a sua natureza ou pela área que ocupam, podendo ser divididos em duas ordens, em relação às fontes de emissão: as provenientes de fontes fixas e aquelas oriundas de fontes móveis. As fontes fixas são aquelas que ocupam uma área relativamente limitada, permitindo uma avaliação direta na fonte. As fontes móveis são as que se dispersam pela comunidade, não sendo possível a avaliação na base da fonte. O presente trabalho teve como foco principal, avaliar a qualidade do ar do município de Siderópolis utilizando o bioindicador *Tradescantia pallida* (Rose) D.R. Hunt. O período de exposição do material foi de oito meses (janeiro a agosto de 2018), sendo os locais de exposição uma olaria (Ponto A) no município de Siderópolis e a Famcri (Ponto B) em Criciúma. Após a coleta do bioindicador, o material foi colocado em solução fixadora de ácido acético durante 24 horas, sendo posteriormente levado ao álcool 70%. Para a leitura do material, após a retirada dos estames da inflorescência, três gotas de carmim acético foram colocadas na lâmina. Em seguida, o material era macerado para a lamínula ser colocada. Para que os micronúcleos ficassem visíveis, a lâmina era aquecida com fósforo por sete segundos. Os resultados obtidos foram expressos por meio de média e desvio padrão e mediana e mínimo/máximo. As análises inferenciais foram realizadas com um nível de significância $\alpha = 0,05$ e confiança de 95%. Foram analisados também a ocorrência de micronúcleos em relação ao clima (tempo), em relação aos meses de amostragem e aos meses de coleta. Durante o período janeiro a agosto de 2018, verificou-se, uma diferença entre os meses de junho e agosto, sendo no último, encontrada maior frequência de micronúcleos. Fatores climáticos como de precipitação com a ocorrência chuva leve e a velocidade máxima vento contribuíram para aumento da frequência de micronúcleos.

Palavras-chave: Bioindicador. Micronúcleo. Poluição atmosférica. *Tradescantia pallida*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização do município de Siderópolis, Santa Catarina, Brasil.....	16
Figura 2 - Mapa do município de Siderópolis indicando a localização dos pontos de coleta dos bioindicadores	17
Figura 3 - Vista aérea do parque natural Morro do Céu	19
Figura 4 - Floreiras de <i>Tradescantia pallida</i> na Famcri	19
Figura 5 - Indivíduo com inflorescência do bioindicador <i>T. pallida</i>	20
Figura 6 - Floreiras de <i>Tradescantia pallida</i> no Refratário.....	21
Figura 7 - Aparecimento de tetrades	23
Figura 8 - Presença de micronúcleo em células em fase tétrade do bioindicador <i>T. pallida</i>	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Frequência média de micronúcleos encontrados entre os meses de janeiro/2018 a agosto/2018 no Refratário e Famcri	25
Tabela 2 - Frequência média de micronúcleos encontrados nos locais: Refratário e Famcri, no período de janeiro/2018 a agosto/2018	26
Tabela 3 - Frequência inim de micronúcleos encontrados nos locais Refratário e Famcri nos meses janeiro/2018 a inimi/2018	27
Tabela 4 - Frequência média de micronúcleos entre dias com e sem precipitação encontrada nos locais Refratário e Famcri, no período de janeiro/2018 a agosto/2018	28
Tabela 5 - Correlação entre temperatura do ar, umidade relativa, precipitação em 1h, velocidade máxima do vento e a ocorrência de micronúcleos nos locais Refratário e Famcri, no período de janeiro/2018 a agosto/2018	28

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 OBJETIVOS	14
1.1.1 Objetivo geral.....	14
1.1.2 Objetivos específicos.....	14
2 MATERIAIS E MÉTODOS	15
2.1 ÁREA DE ESTUDO	15
2.2 METODOLOGIA.....	18
2.3 PONTOS DE AMOSTRAGEM	18
2.4 CULTIVO DO BIOINDICADOR	20
2.5 COLETA DO BIOINDICADOR	21
2.6 ANÁLISE DO BIOINDICADOR	21
3 ANÁLISE ESTATÍSTICA	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
5 CONCLUSÃO	30
REFERÊNCIAS.....	32

1 INTRODUÇÃO

A poluição atmosférica é um fenômeno decorrente principalmente da atividade humana em vários aspectos dentre os quais destacamos o crescimento populacional, industrial e os hábitos da população (IEMA, 2014).

Ao modificar a natureza com a forte urbanização ocorrida no último século, o mundo conheceu várias danificações ambientais causadas por procedimentos químicos e mecânicos na transformação de vários itens, usualmente em grande escala. Tais processos industriais afetam a qualidade do ar e de modo consequente a saúde da população nas cidades. Dentre os principais poluentes urbanos estão o material particulado (MP), os óxidos de nitrogênio (NOX) e os óxidos de enxofre (SOX) (BELL; DAVIS, 2001).

Segundo o Programa Nacional da Qualidade do Ar, ações de gestão necessárias à prevenção ou redução das emissões de poluentes atmosféricos e dos efeitos da degradação do meio, já demonstraram ser compatíveis com o desenvolvimento econômico e social. A gestão da qualidade do ar envolve, medidas mitigadoras que tenham como base a definição de limites permissíveis de concentração dos poluentes na atmosfera, restrição de emissões, bem como um melhor desempenho na aplicação dos instrumentos de comando e controle, entre eles o licenciamento e o monitoramento. Tendo em vista a compatibilização entre o crescimento econômico do país e a preservação da qualidade ambiental, percebeu-se a importância da criação de uma política nacional voltada a ações de caráter normativo e de fortalecimento institucional visando a prevenção e o controle da qualidade do ar no país (CONAMA, 1989).

Nesse contexto de demandas institucionais e normativas, o CONAMA, por meio da Resolução no 05 de 15 de junho de 1989, criou o Programa Nacional de Controle de Qualidade do Ar - PRONAR, com o intuito de “permitir o desenvolvimento econômico e social do país de forma ambientalmente segura, pela limitação dos níveis de emissão de poluentes por fontes de poluição atmosférica, com vistas à melhora da qualidade do ar, ao atendimento dos padrões estabelecidos e o não comprometimento da qualidade do ar nas áreas consideradas não degradadas (CONAMA, 1989).

Para alcançar os objetivos do PRONAR definiu-se como estratégia básica o estabelecimento de limites nacionais para as emissões, por tipologia de fontes e

poluentes prioritários, reservando o uso dos padrões de qualidade do ar como ação complementar de controle. Foram previstas, ainda, medidas de classificação das áreas conforme o nível desejado de qualidade do ar, de monitoramento, licenciamento ambiental, inventário nacional de fontes e poluentes do ar, interface com outras medidas de gestão e capacitação dos órgãos ambientais (CONAMA, 1989).

O Sul do Estado de Santa Catarina é uma região em que a poluição do ar é considerada crítica. Nesta região a base econômica, congrega uma série de atividades poluidoras, dentre elas a produção de cerâmicas vermelhas (tijolos e telhas) Segundo Souza (2011), existe um grande número de pacientes internados com problemas respiratórios e cardíacos devido à forte presença de olarias na região. Partimos do pressuposto que essas olarias na sua maioria são pequenas empresas familiares, com poucos recursos que acabam por não investir em equipamentos de controle das emissões atmosféricas resultantes de suas atividades, agravando a qualidade do ar na região e principalmente a saúde das populações.

Os municípios da região sul de Santa Catarina nos quais as olarias estão presentes, também apresentavam qualidade do ar que, quando da execução de monitoramento, excedia os padrões estabelecidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente, por meio da resolução n.3 de 1990 (CONAMA, 2011). Apesar do monitoramento não ter sido feito com uma resolução temporal e espacial refinada, os padrões para os poluentes Particulado Total em Suspensão (PTS), Material Particulado (MP10) e dióxido de enxofre (SO₂) foram superados frequentemente no período analisado (SOUZA; PAVEI, 2010).

A poluição atmosférica pode ocasionar serias consequências na saúde das pessoas, cuja decorrência pode causar doenças cardiovasculares e neurológicas além de incômodos respiratórios, toxicidade aos seres vivos, alterações na atmosfera dentre outros. A poluição do ar pode provocar até a morte, de maneira lenta e discreta, o que preocupa, pois, a população não tem conhecimento suficiente sobre o assunto (DERÍSIO, 2000).

Uma das principais causas geradoras de poluição atmosférica que são lançadas no ar estão ligadas ao processo produtivo das industriais cujas principais atividades são relacionadas com o processamento de insumos, queima de combustíveis fósseis, armazenamento, transporte e recuperação dos produtos. Tais

atividades são responsáveis pela emissão de material particulado e gases como óxido de enxofre (SO), NOX (óxido de nitrogênio), CO E CO₂ (monóxido e dióxido de carbono) e HC (hidrocarbonetos) e a quantidade está relacionado com a produção, das unidades operacionais e a qualidade do combustível empregado (LOUREIRO, 2005).

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) classificou as indústrias de cerâmica vermelha mais conhecidas sob o nome de olarias, como empresas de fabricação de produtos cerâmicos não refratários para uso estrutural na construção como telhas, tijolos, lajotas etc (IBGE, 2007).

Segundo Kawaguti (2005) a produção das olarias é definida pelos seguintes processos: sazonalidade, preparação de massa, conformação, secagem e queima. No processo de queima das olarias, os materiais são submetidos a um tratamento térmico a temperaturas altas situadas entre 800°C a 1200°C. Esta atividade é dividida em três fases: aquecimento controlado (o forno é aquecido da temperatura ambiente até a temperatura desejada), patamar (o forno mantém sua temperatura para a sinterização) e resfriamento controlado (a temperatura reduz-se até a temperatura ambiente). Este processo pode levar dois a três dias no caso das cerâmicas vermelhas. Esta fase concentra toda a demanda de energia térmica do processo de fabricação de tijolos, telhas, lajotas e outros produtos resultantes de olarias (KAWAGUTI, 2005). É durante o aquecimento dos materiais que encontramos o momento mais delicado da poluição atmosférica devido às condições de combustão ainda consideradas instáveis.

Emissões de poluentes em local de baixo-relevo são bastante favoráveis à dispersão da poluição atmosférica (LORA, 2000). A exposição a níveis excepcionais de concentração desses poluentes por alguns dias ou semanas causam problemas respiratórios, cardiovasculares e cardíacos (LE TERTRE et al., 2002). Uma exposição regular à poluição atmosférica aumenta o risco de doenças crônicas respiratórias ou cardiovasculares e de câncer (DOCKERY et al., 1993).

O município de Siderópolis, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2015, apresenta uma economia principalmente voltada a agricultura e mineração de carvão sendo as atividades carboníferas de maior reclamação por parte dos habitantes da cidade, em relação à poluição atmosférica (SILVA, 2015).

A poluição atmosférica pode ser definida como qualquer forma de matéria

ou energia com intensidade, em quantidade, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos e que tornem ou possam tornar o ar impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde (ZANNETTI, 1990).

Os efeitos causados pela poluição atmosférica são múltiplos e tendo consequências distintas dependendo do momento da liberação e da exposição, entretanto isto ocorre principalmente nos seres humanos e no meio ambiente causando importantes danos (GOMES, 2001).

Os poluentes atmosféricos mais conhecidos são partículas em suspensão (PM10, PM2.5, etc., dependendo do diâmetro aerodinâmico), dióxido de enxofre (SO₂), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NO, NO₂, NO_x), ozônio (O₃) e outras substâncias, como benzeno e chumbo. A maioria desses poluentes é emitida na exaustão de veículos automotores e de indústrias, sendo concentrada em áreas urbanas. Qualquer substância tóxica presente no ar pode afetar a respiração das pessoas causando conseqüentemente problemas de saúde, podendo atingir outros órgãos situados em maior profundidade. Uma compreensão adequada da natureza e magnitude dos efeitos de diferentes poluentes atmosféricos na saúde humana é um passo essencial no desenvolvimento de uma política adequada de redução dos riscos e prejuízos a saúde das pessoas (CETESB, 1995).

O padrão de qualidade do ar de modificação química pode ser medido através do uso de bioindicadores, seres vegetais ou animais, caracterizados pelo uso no biomonitoramento da qualidade do ar (BILLET et al., 2015). Como resultado, as plantas são baratas, fáceis de usar e cultivadas, mostraram-se como o meio mais eficaz de avaliação e resposta à qualidade do meio ambiente, apresentando uso prático principalmente relacionado ao controle da poluição do ar (RODRÍGUEZ et al., 2015).

Devido à alta concentração de indústrias e o intenso tráfego veicular, a atmosfera nos grandes centros urbanos pode conter muitos agentes mutagênicos e / ou carcinogênicos orgânicos e inorgânicos (COLVILE et al., 2001; SKOV et al., 2001). Kardel et al. (2010) estudaram alterações anatômicas em organismos vivos, especialmente plantas, em áreas urbanas expostas a contaminantes atmosféricos do tráfego de veículos. Recentemente, um estudo preliminar de Crispim et al. (2012) correlacionaram o aumento do número de micronúcleos e a incidência de alterações anatômicas nas folhas de *T. pallida* com o nível de poluição do tráfego veicular.

O uso de plantas superiores, como as angiospermas, nos estudos de

biomonitoramento tem crescido acentuadamente (SANTOS et al., 2015). A *Tradescantia pallida* é popularmente conhecida como tetrapoeraba-roxa. É uma planta ornamental amplamente distribuída no Brasil, por apresentar grande adaptabilidade às variações climáticas. É uma pequena angiosperma na família Commelinaceae por apresentar características genéticas favoráveis a estudos, como cromossomos grandes, sendo frequentemente utilizada como um sistema de teste em biomonitoramento (CARVALHO, 2005; CRISPIM et al., 2012). Outros ensaios de *Tradescantia* são testes citogenéticos, relacionados à análise do genoma celular. Dois destes testes são amplamente aceitos na observação de mutações somáticas ou mudanças na estrutura dos cromossomos: o teste com análise de mutações em pêlos caules (Trad-SHM) e o bioensaio de MN em grãos de pólen de células-tronco (Trad-MCN) (CARVALHO, 2005; SAVÓIA et al., 2009). Assim, este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos tóxicos pelo aumento da frequência de micronúcleos (MN) em *T. pallida* expostos em um refratário na cidade de Siderópolis, Santa Catarina, Brasil.

A espécie vegetal *Tradescantia pallida* (Rose) D.R.Hunt, pertencente à Família Commelinaceae e trata-se de uma planta herbácea perene, rústica e com folhagem prostrada e succulenta. Suas folhas são ovaladas e sua coloração varia de verde a roxo de fácil manejo e plantação, também utilizada em zonas urbanas para ornamentação e pode ser encontrada em canteiros e jardins, usadas principalmente como bioindicadores do ar. Um aspecto importante dessa tolerância é a sua utilização como sequestradoras de elementos tóxicos do ambiente ou na recomposição florística de ecossistemas degradados mediante espécies resistentes e são de baixo custo financeiro (ESPÍNDOLA et al., 2002).

Segundo Alves et al. (2001), o teste de micronúcleo em *T. pallida* é eficaz e possui uma metodologia simples considerado um bioindicador extremamente sensível a exposição de agentes genotóxicos e com isso observa-se com certa facilidade as modificações genéticas causadas pelos poluentes expelidos. Este teste foi criado em 1976, por Ma e colaboradores e inicialmente era utilizado como bioindicador a espécie *T. clone 4430*, que, posteriormente, foi adaptada como *T. pallida* (AHMED et al., 1984).

A *Tradescantia pallida* é uma planta que pode ser utilizada tanto as flores, como as pétalas, os pelos estaminais, a raiz, os micrósporos, o tubo polínico para a avaliação mutagênica na realização do biomonitoramento ambiental (TEIXEIRA;

BARBÉRIO, 2012).

As consequências causadas pela poluição atmosférica resultam nos micronúcleos estruturas provenientes de cromossomos ou fragmentos destes que ao longo do processo se perdem na divisão celular. Estes micronúcleos não estão inclusos nos núcleos de células filhas permanecem no citoplasma das células interfásicas, sendo visíveis nas células na sua fase tétrade (HEDDLE, 1983). O que acaba por identificar os problemas estruturais e mutações genéticas no material genético celular. Com estas duas indicações mostram que há a presença de agentes mutagênicos (EVANS, 1997).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar o potencial mutagênico do ar utilizando o bioindicador *Tradescantia pallida* no município de Siderópolis, SC através do teste de micronúcleo.

1.1.2 Objetivos específicos

- ✓ Realizar o biomonitoramento do ar em uma olaria no município de Siderópolis a partir da análise de micronúcleos em células em fase tétrade do bioindicador *Tradescantia pallida*;

- ✓ Identificar se as condições climáticas (correntes de vento, precipitação, temperatura) do período de coleta estão relacionadas com a presença ou ausência de micronúcleos em células em fase tétrade.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

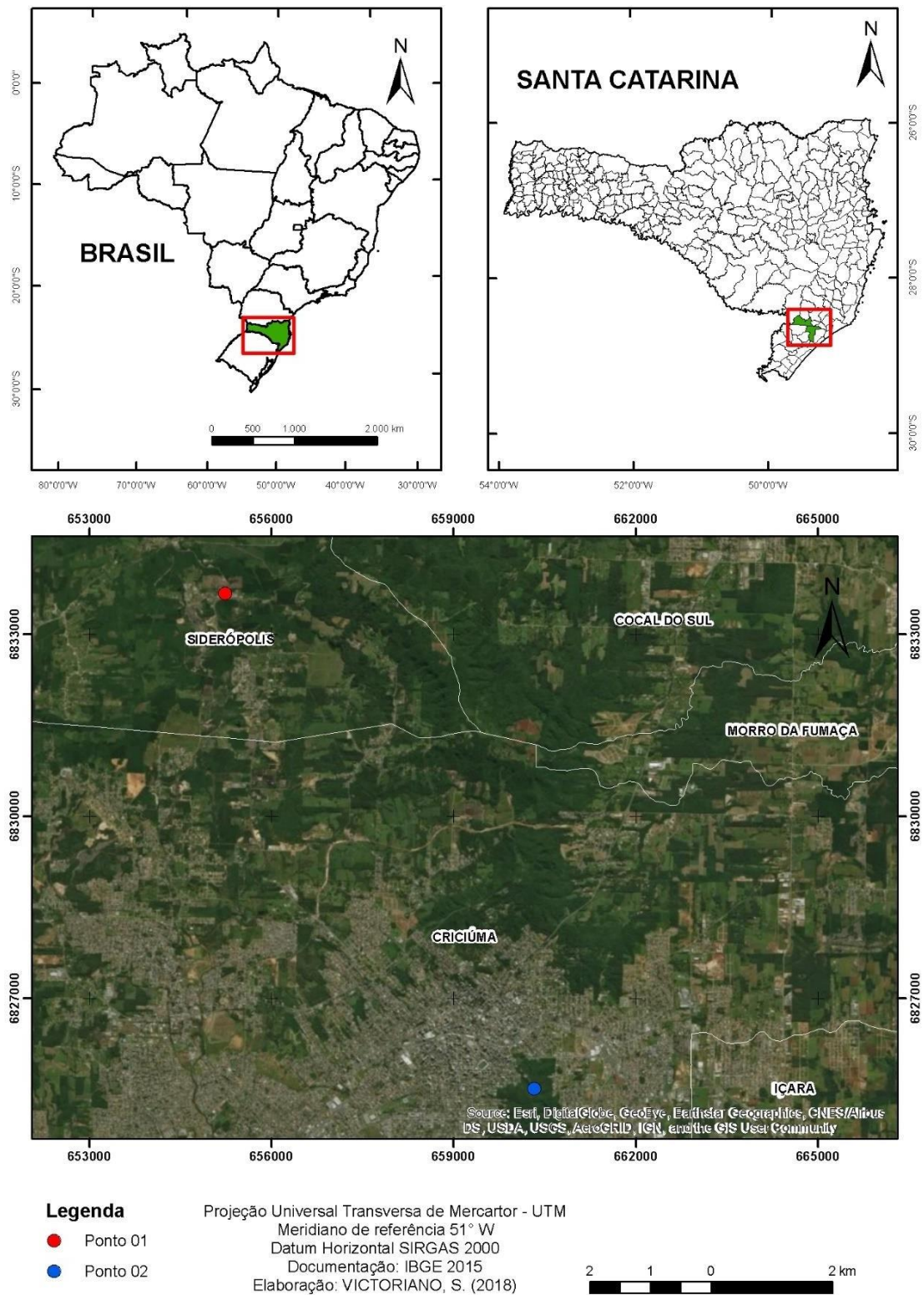
A presente pesquisa foi realizada no município de Siderópolis. De acordo com o IBGE (2017), o município possui uma população de 13.870 habitantes e está localizada na Região da AMREC (Associação dos Municípios da Região Carbonífera), sendo o maior município em extensão da mesma. Possui relevo acidentado e fica aos 'pés' da Serra do Rio do Mar, para qual possui uma vista privilegiada. Faz divisa ao Norte com Treviso, à Nordeste com Urussanga, à Leste com Cocal do Sul, ao Sul com Criciúma e Nova Veneza, e a Oeste com Bom Jardim da Serra (a qual não faz parte da AMREC) (Associação dos Municípios da Região Carbonífera) - 206.918 pessoas (IBGE, 2017).

Segundo Belolli, Quadros e Guidi (2002), a exploração do carvão catarinense desenvolve-se na Região Sul do Estado, onde importantes centros de mineração se afirmam nos municípios de Lauro Müller, Urussanga, Siderópolis, Treviso, Criciúma, Forquilha, Içara, Morro da Fumaça e Maracajá. O carvão catarinense é parte fundamental da história e da Região Sul do Estado e para alguns municípios constitui-se na essência da sua própria história.

Lopes et al. (2004) demonstraram que o processo de extração de carvão é um grave problema na região carbonífera catarinense onde localiza-se o município de siderópolis onde o carvão é extraído de suas jazidas através de lavra subterrânea ou lavra a céu aberto.

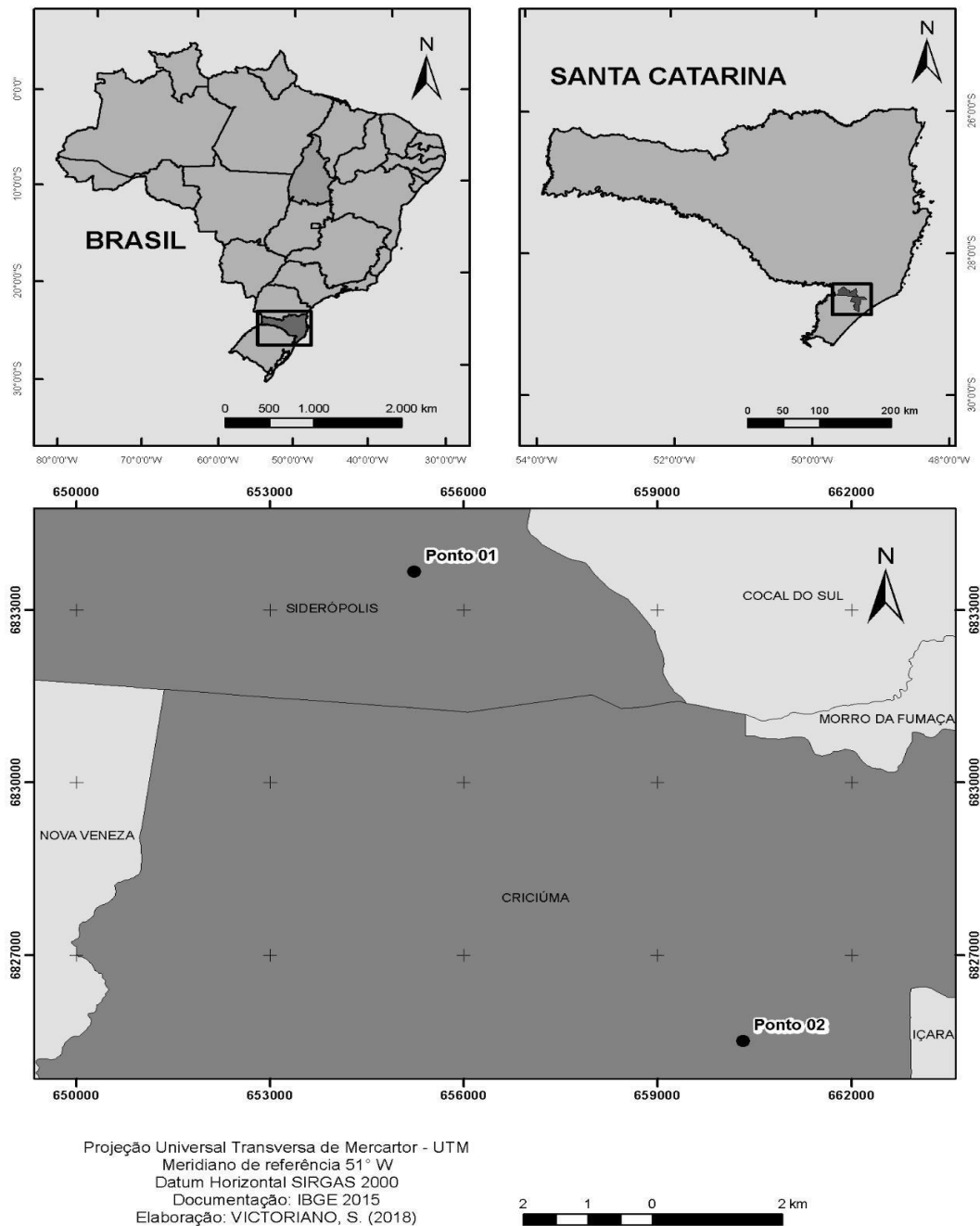
Tanto a mineração subterrânea quanto a mineração a céu aberto, ocasionam sérios problemas ambientais, por modificar a estrutura do meio natural, através da disposição inadequada dos rejeitos, com a contaminação de águas superficiais e subterrâneas, as alterações na atmosfera ao redor das minas pela geração de gases e poeiras e perda de solo fértil (SANCHEZ; FORMOSO, 1990).

Figura 1 - Localização do município de Siderópolis, Santa Catarina, Brasil



Fonte: Do autor, 2018.

Figura 2 - Mapa do município de Siderópolis indicando a localização dos pontos de coleta dos bioindicadores



Fonte: Do autor, 2018.

Segundo o Sistema de Classificação Climática de Köppen, a região carbonífera se enquadra no grupo C - mesotérmico, caracterizado pelas temperaturas médias do mês mais frio abaixo dos 18°C e acima de 3°C, e neste grupo ao tipo f, sem estação seca distinta (Cf), pois não há índices pluviométricos mensais inferiores a 60 mm. Quanto à altitude da região, o clima se distingue por apresentar o subtipo de verão a, pelas temperaturas médias de 28°C nos meses mais quentes, caracterizando o tipo climático Cfa (SANTA CATARINA, 1990).

2.2 METODOLOGIA

Para o estudo foram utilizadas plantas jovens de *T. pallida* provenientes de um mesmo clone que foram plantadas em um refratário no município de Siderópolis e na Famcri. O procedimento foi realizado em três momentos: no cultivo do bioindicador, na coleta e na análise em laboratório de micronúcleos presentes nas tétrades (SISENANDO; MEDEIROS; HACON, 2009).

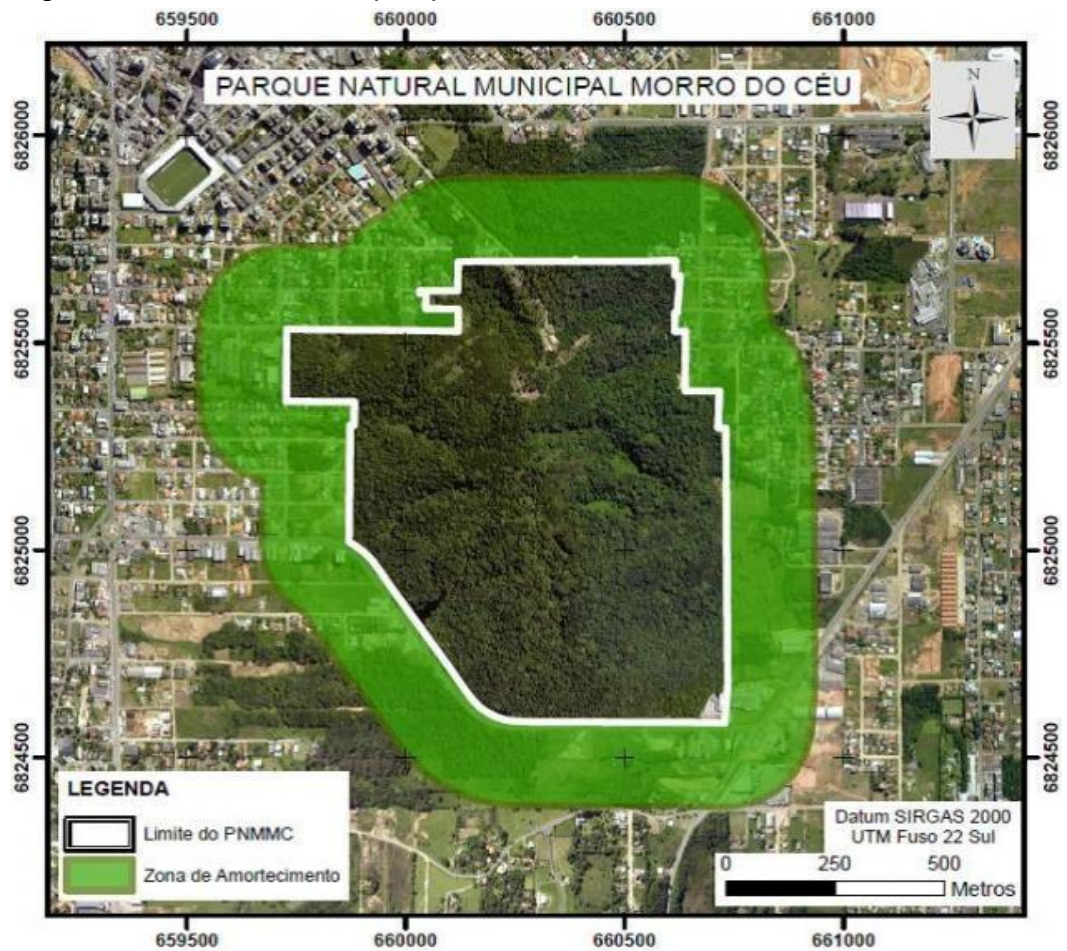
2.3 PONTOS DE AMOSTRAGEM

Foram escolhidos dois pontos amostrais: o ponto teste no município de Siderópolis e o negativo em Criciúma na FAMCRI.

O ponto teste se localiza em um refratário no município de Siderópolis na Comunidade do Ex Patrimônio bairro com as coordenadas UTM SIRGAS 2000 E 655.241 e N 6.833.677 passando pela rodovia Sebastião Tolêdo dos Santos (Figura 2).

O ponto negativo (Figura 3), foi na Fundação do Meio Ambiente de Criciúma (FAMCRI), com as coordenadas, latitude 28°41'17.99"S e longitude 49°21'30.64"O, que se localizada na Rua Saldanha da Gama, Bairro Comerciário. A FAMCRI está inserida no Parque Natural Municipal do Morro do Céu, uma Unidade de Conservação, no município de Criciúma, Santa Catarina. Considerado um fragmento urbano, de fundamental importância ecológica e paisagística para a cidade, o parque apresenta uma área de aproximadamente 127,78 hectares, por apresentarem grande frequência de espécies pioneiras e secundárias iniciais, esta área é considerada como estágio inicial de sucessão (UNESC/IPAT, 2011).

Figura 3 - Vista aérea do parque natural Morro do Céu



Fonte: Do autor, 2018.

Figura 4 - Floreiras de *Tradescantia pallida* na Famcri



Fonte: FAMCRI, 2018.

2.4 CULTIVO DO BIOINDICADOR

O cultivo dos indivíduos do bioindicador *T. pallida* foi realizado no horto florestal da Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), onde foram colocadas em floreiras retangulares com aproximadamente 19x50 cm de comprimento (Figura 4). Foram plantados sendo dispostas nos pontos amostragem, dez floreiras em cada ponto, com três indivíduos em cada vaso, totalizando desta forma 30 indivíduos por ponto, expostas para a colheita, o cuidado que se teve, foi respeitar a medição certa da água na planta, de forma a preservar a variabilidade dos organismos expostos.

As folhas apresentam uma larga bainha e a inflorescência é protegida por duas grandes brácteas em forma de canoa. As flores são vistosas e de coloração rósea, contrastando com as folhas roxas, causando um bonito efeito para ornamentação (Figura 5).

Figura 5 - Indivíduo com inflorescência do bioindicador *T. pallida*



Fonte: Lameiras, 2012.

Figura 6 - Floreiras de *Tradescantia pallida* no Refratário



Fonte: Do autor, 2018.

2.5 COLETA DO BIOINDICADOR

As coletas foram realizadas semanalmente no período de pré-floração da espécie (botão), durante os meses de janeiro de 2018 a agosto de 2018, no refratário e na Famcri. Foram coletadas as inflorescências jovens do bioindicador, onde eram colocadas em uma solução fixadora de ácido acético por 24 horas para manter suas características e posteriormente, armazenadas em álcool 70% para sua conservação.

2.6 ANÁLISE DO BIOINDICADOR

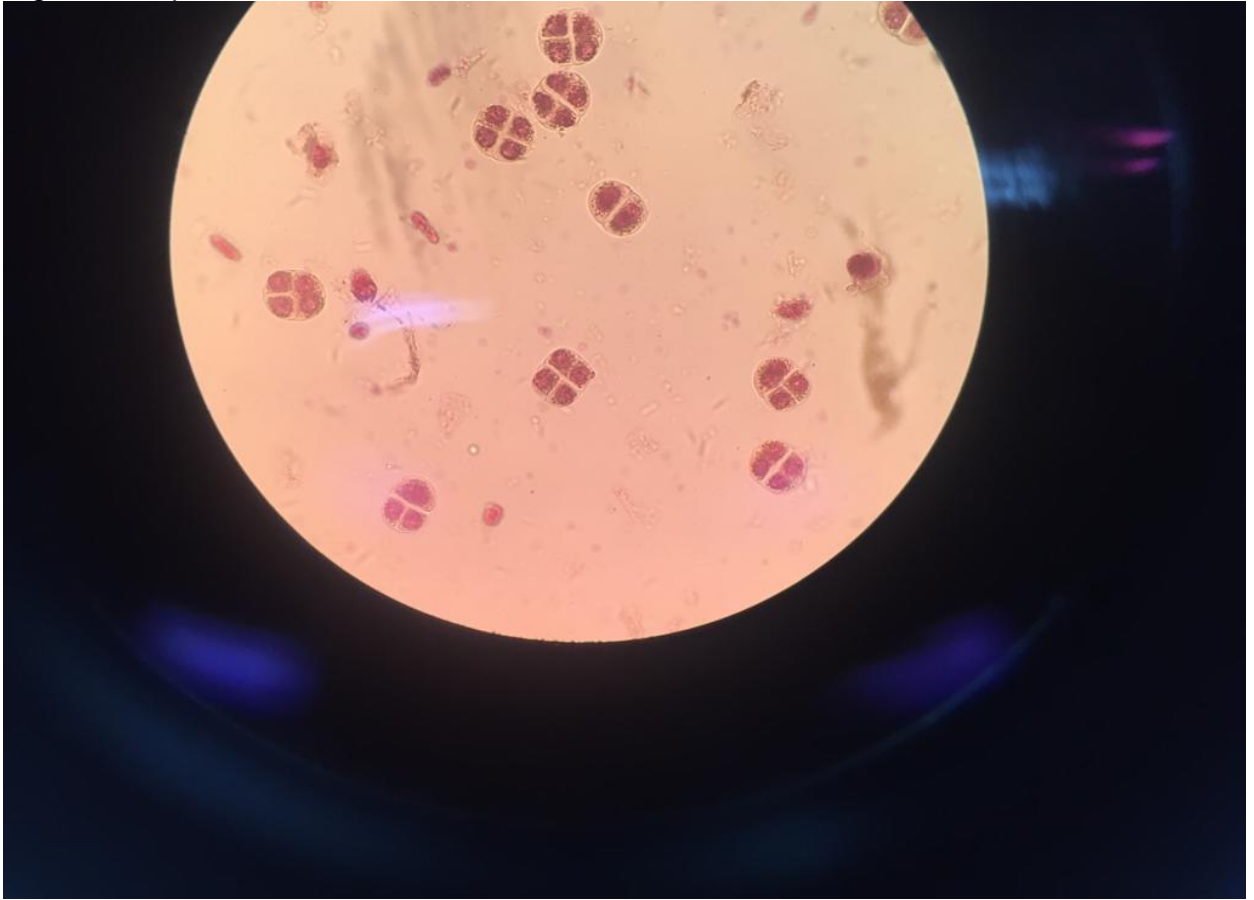
O processo de análise foi feito no laboratório de Farmacognosia, Homeopatia, e Fitoterápico da UNESC. Após a chegada do material ao laboratório, as plantas foram colocadas em solução fixadora de ácido acético durante 24 horas, logo após colocado então em álcool 70% para depois realizar as leituras do material.

Para a leitura do material, foram feitas lâminas, realizando o esmagamento das anteras, posteriormente, foram colocadas três gotas do corante carmim acético. Em seguida, os estames macerados foram retirados, a lamínula foi colocada e, através do pressionamento da mesma, o excesso de corante foi retirado. Por último, a lâmina foi aquecida por sete segundos para que ocorra a fixação das células na mesma.

A leitura em microscópio ocorreu no aumento de 400x e a contagem das células em fase tétrade e dos micronúcleos quando existentes, foi feita com um contador manual. O número máximo de células contabilizadas foi de 300.

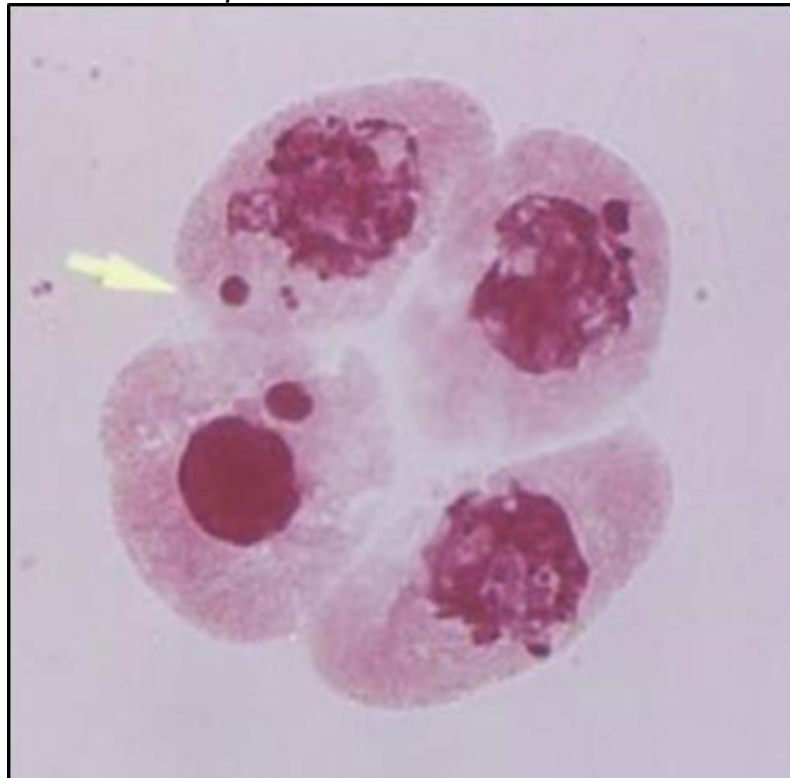
O Trad-MCN é uma ferramenta abrangente no sentido biológico e geográfico porque detecta imediatamente a mutação em exemplares expostos in vivo. Esses exemplares podem ser facilmente distribuídos em vários locais permitindo uma maior cobertura de aferição. Além de ser, rápido, barato e eficiente. O teste é geralmente utilizado para monitoramento ambiental, comparável aos testes com cultura de células de mamíferos e bactérias. As plantas podem ser diretamente expostas ao contaminante, sem qualquer diluição ou filtração da amostra (SUMITA et al., 2003).

Figura 7 - Aparecimento de tetrades



Fonte: Do autor, 2018.

Figura 8 - Presença de micronúcleo em células em fase tétrade do bioindicador *T. pallida*



Fonte: Carvalho, 2005.

3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram analisados utilizando-se o software *IBM Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versão 22.0. Os resultados obtidos foram expressos por meio de média e erro padrão, e mediana e amplitude interquartil. As análises inferenciais foram realizadas com um nível de significância $\alpha = 0,05$ e confiança de 95%.

As variáveis quantitativas foram avaliadas quanto à normalidade de sua distribuição, por meio dos testes de Shapiro-Wilk e Kolmogorov-Smirnov.

A comparação da média de micronúcleos entre os locais foi realizada por meio da aplicação do teste U de Mann-Whitney.

As comparações da média de micronúcleos nos meses investigados e a precipitação, foram realizadas pela aplicação do teste H de Kruskal-Wallis.

Para obter o valor da correlação da frequência de micronúcleos e as variáveis: temperatura do ar, umidade relativa, precipitação em 1h, e para a velocidade máxima do vento foi utilizado o cálculo do coeficiente de correlação de Kendall (τ).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta a frequência média de micronúcleos encontrados por cada mês de coleta que foi realizado o estudo.

Tabela 1 - Frequência média de micronúcleos encontrados entre os meses de janeiro/2018 a agosto/2018 no Refratário e Famcri

Mês	N	Média \pm EPM	Mediana (AIQ)	Valor – p [#]
Janeiro	7	0,14 \pm 0,14	0,0(0,0-0,0)	0,487
Fevereiro	10	0,50 \pm 0,22	0,0(0,0-1,0)	
Março	6	0,83 \pm 0,31	1,0(0,0-1,0)	
Abril	7	0,71 \pm 0,29	1,0(0,0-1,0)	
Maio	7	0,71 \pm 0,29	1,0(0,0-1,0)	
Junho	8	0,38 \pm 0,18	0,0(0,0-1,0)	
Julho	8	0,75 \pm 0,31	0,5(0,0-1,5)	
Agosto	10	0,90 \pm 0,28	1,0(0,0-2,0)	

Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

2018. EPM – Erro Padrão da Média. AIQ – Amplitude interquartil.

[#]Valor obtido após aplicação do teste H de Kruskal-Wallis.

Foram colhidas amostras de inflorescências nos meses de janeiro (n = 7), fevereiro (n = 10), março (n = 6), abril (n = 7), maio (n = 7), junho (n = 8), julho (n = 8), Agosto (n = 10) totalizando 63 amostras. Nesta análise temos a presença de “p” com o valor de 0,487, o que não é considerado estatisticamente significativo, isto é, não houve uma diferença considerável da frequência de micronúcleos presentes nos meses em que as coletas foram realizadas.

Foram realizadas análises estatísticas para cada ponto, comparando os meses entre si. Podemos ressaltar que durante todo o período de janeiro a agosto, não tivemos uma média de frequência de micronúcleos diferentes entre si, pois os valores não apresentaram uma variação significativa estatisticamente.

Durante os meses de coleta do bioindicador temos a presença da estação de inverno, o mês de agosto apresentou as maiores médias de micronúcleos. Entretanto o mês de janeiro apresentou médias menores de micronúcleos, isto é, durante a estação de verão.

Os estudos de Campos Junior e Kerr (2009), em Uberlândia (MG), quando comparados aos resultados obtidos nesta pesquisa, corroboram perfeitamente levando em conta as condições climáticas durante a estação de inverno onde encontramos um aumento na frequência de micronúcleos no mês de

agosto.

Segundo Pavani (2016), estes resultados se justificam pela inversão térmica que é um fenômeno natural registrado em qualquer parte do planeta, que corresponde à inversão das camadas atmosféricas (em escala local) de forma que o ar frio permaneça em baixas altitudes e o ar quente nas camadas mais elevadas. Tal fenômeno pode justificar a maior ocorrência de micronúcleos durante o inverno.

Segundo a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB, 2006), a concentração de poluentes aumenta em até 80% durante o inverno em locais onde há grande número de indústrias e veículos em circulação. Isso significa mais monóxido de carbono, enxofre, hidrocarbonetos, ozônio e partículas inaláveis aos montes, que chegam a atingir os alvéolos pulmonares.

Tabela 2 - Frequência média de micronúcleos encontrados nos locais: Refratário e Famcri, no período de janeiro/2018 a agosto/2018

Locais	n	Média \pm EPM	Mediana (AIQ)	Valor – p [#]
Refratário	34	1,09 \pm 0,11	1,0(1,0-2,0)	<0,001
Famcri	29	0,07 \pm 0,05	0,0(0,0-0,0)	

Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

EPM – Erro Padrão da Média. AIQ – Amplitude interquartil.

#Valor obtido após aplicação do teste U de Mann-Whitney.

Foram colhidas amostras de inflorescências no refratário (n = 34), e na Famcri (n = 29). Comparando a ocorrência média de micronúcleos entre os locais avaliados, percebeu-se uma diferença estatisticamente significativa entre os mesmos (p<0,001).

Esta análise traz a informação que entre os pontos houve uma diferença numérica estatisticamente significativa entre as médias de micronúcleos presentes, a média da frequência nos dois pontos variou de (0,07 a 1,09).

Referindo-se aos estudos de Savóia (2007), que analisou cinco pontos na cidade de Santo André no estado de São Paulo, constatamos a ocorrência de frequências de micronúcleos que variaram entre 0,5 e 4,8, sendo que o menor valor foi observado na área de controle caracterizada pelo baixo índice de tráfego veicular, próximo a um parque. O que confirma os resultados apresentados na presente pesquisa.

A Tabela 3 traz a relação dos micronúcleos presentes em cada ponto de amostragem em todos os meses em que foram realizadas as coletas do bioindicador

T. pallida.

Tabela 3 - Frequência inim de micronúcleos encontrados nos locais Refratário e Famcri nos meses janeiro/2018 a agosto/2018

Variáveis	Média ± EPM		Valor – p [#]
	Refratário n=34	Famcri n=29	
Janeiro	0,25 ± 0,25	0,00 ± 0,00	-
Fevereiro	1,00 ± 0,32	0,00 ± 0,00	-
Março	1,25 ± 0,25	0,00 ± 0,00	-
Abril	1,25 ± 0,25	0,00 ± 0,00	-
Maio	1,25 ± 0,25	0,00 ± 0,00	-
Junho	0,75 ± 0,25	0,00 ± 0,00	-
Julho	1,25 ± 0,48	0,25 ± 0,25	0,200
Agosto	1,60 ± 0,24	0,20 ± 0,20	0,016

Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

EPM – Erro Padrão da Média.

#Valor obtido após aplicação do teste U de Mann-Whitney.

Quando os micronúcleos são relacionados com cada ponto de amostragem juntos aos meses de coleta, o local Refratário apresentou uma maior média de ocorrência de micronúcleos durante todo o período (de janeiro até agosto), porém, apenas o mês de agosto apresentou uma diferença de média de ocorrência de micronúcleos estatisticamente significativa ($p > 0,016$). (Tabela 3).

Apesar dos resultados entre os micronúcleos, pontos de amostragem e meses de coleta terem apresentados uma correlação significativamente positiva apenas durante o mês de Agosto, quando estes são comparados ao controle negativo temos um valor significativamente significativo.

Nos estudos realizados por Guimarães et al. (2000), Alves et al. (2001) e Sant'Anna (2003) em regiões consideradas controles, com baixos níveis de poluição atmosférica, foi observada média de 2,3% de MCN. Junior et al. (2008) com estudo realizado na cidade de Senhor de Bonfim, Bahia e Mariani et al. (2008) com estudos em São José dos Campos, Vale do Paraíba-SP, também demonstraram que regiões com baixo tráfego veicular apresentaram frequência média baixa de micronúcleos. Neste sentido, os resultados obtidos na presente pesquisa estão de acordo com a literatura pesquisada.

A Tabela 4 traz a Frequência média de micronúcleos entre dias com e sem precipitação encontrada nos locais Refratário e Famcri.

Tabela 4 - Frequência média de micronúcleos entre dias com e sem precipitação encontrada nos locais Refratário e Famcri, no período de janeiro/2018 a agosto/2018

Precipitação	n	Média \pm EPM	Mediana (AIQ)	Valor – p [#]
Não chove	22	0,59 \pm 0,14	0,5(0,0–1,0)	0,805
Chuva leve	30	0,67 \pm 0,14	0,5(0,0–1,0)	
Chuva moderada	10	0,60 \pm 0,27	0,5(0,0–1,0)	
Chuva forte	1	0,00 \pm 0,00	0,0(0,0–0,0)	

Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

EPM – Erro Padrão da Média.

#Valor obtido após aplicação do teste H de Kruskal-Wallis.

Das amostras de inflorescências colhidas na pesquisa, durante período de janeiro a agosto de 2018 no refratário e na Famcri, foi encontrado, comparando a frequência média de micronúcleos entre a ocorrência ou não de precipitação analisando quando não chove, quando temos uma chuva leve, uma chuva moderada e uma chuva forte, uma diferença estatisticamente não significativa ($p = 0,805$) assim, pode-se esperar maior frequência de micronúcleos quando ocorre uma chuva leve.

Estudos realizados por Isidori et al. (2003), utilizaram a *Tradescantia* como ferramenta de monitoramento atmosférico em 17 locais de uma cidade na Itália, em duas estações do ano (verão e inverno), demonstraram que a frequência de MCN foi significativamente mais alta em plantas dos pontos experimentais selecionados, quando comparada à das plantas controles, sendo a frequência de MCN maior no inverno do que no verão. Ferreira et al. (2003) afirmaram que o período chuvoso, é menos propício à dispersão dos poluentes atmosféricos, porque as partículas são retidas no ar devido a chuva.

A Tabela 5 traz correlação entre temperatura do ar, umidade relativa, precipitação em 1h, velocidade máxima do vento e a ocorrência de micronúcleos nos locais Refratário e Famcri.

Tabela 5 - Correlação entre temperatura do ar, umidade relativa, precipitação em 1h, velocidade máxima do vento e a ocorrência de micronúcleos nos locais Refratário e Famcri, no período de janeiro/2018 a agosto/2018

Variáveis	τ	Valor – p [#]
Temperatura do ar	-0,093	0,353
Umidade relativa	-0,077	0,445
Precipitação em 1h	-0,048	0,659
Velocidade Máxima do Vento	0,047	0,644

Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

#Valor obtido por meio do cálculo do coeficiente de correlação de Kendall (τ).

*Correlação estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

Após correlacionar a ocorrência de micronúcleos nos locais durante todos os meses com as variáveis temperatura do ar, umidade relativa, precipitação em 1h, velocidade máxima do vento, dados fornecidos pela Epagri/Ciram de Florianópolis, utilizando-se o coeficiente de correlação de Kendall (τ) verificou-se que as variáveis: temperatura do ar, umidade relativa e precipitação em 1h apresentaram correlação negativa, isto é, quando a média dessas variáveis aumentam, a média da ocorrência de micronúcleos deve diminuir.

Enquanto que a variável velocidade máxima do vento apresentou correlação positiva, isto é, quando a média dessa variável aumenta, a média da ocorrência de micronúcleos deve aumentar (Tabela 5).

Zaccaron (2016), cita um estudo desenvolvido por Silveira, Alves e Murara (2014), onde é discutido que os meses em que há diminuição de ventos, notamos uma menor dispersão de poluentes, conseqüentemente uma maior absorção destes pelo bioindicador, o que justifica os nossos resultados.

Para Savóia (2007), a intensidade das correntes de vento no aparecimento de micronúcleos no bioindicador *Tradescantia pallida* combina com o resultado obtido neste estudo afirmando que fatores como a velocidade e a direção dos ventos têm um papel signficante na ocorrência de micronúcleos correspondem com os resultados deste estudo onde a velocidade máxima do vento proporcionou uma frequência de micronúcleo significativa.

5 CONCLUSÃO

Os estudos realizados com vegetais apresentam uma série de vantagens que os torna ideais para serem utilizados em pesquisas, avaliando os efeitos das atividades das olarias e seu grau de poluição na atmosfera, modificando o ar que respiramos e criando sérios problemas de saúde às populações. Com os resultados apresentados neste trabalho, pode se concluir que o bioindicador vegetal *Tradescantia pallida* (Rose) D.R. Hunt, apresenta uma perfeita eficácia de percepção de poluentes atmosféricos, o que confirma a literatura existente.

A qualidade do ar do município de Siderópolis não pode ser avaliado apenas com o teste de micronúcleos com o bioindicador *T.* Como foi feito neste trabalho, as plantas foram expostas em dois pontos amostrais afim de avaliar a qualidade do ar nesta área somente e contribuir aos levantamentos que foram feitos por outros pesquisadores no passado. Para uma ampla identificação destes poluentes no município, é preciso maiores investimentos com recursos químicos e físicos para fazer o levantamento destes poluentes e achar meios para amenizar essa situação e melhorar o ar que respiramos.

Com as informações do tempo, analisando a Correlação entre a temperatura do ar, a umidade relativa, a precipitação em 1h e a velocidade máxima do vento, observou-se que estes têm uma influência importante na ocorrência de micronúcleos. O que sustenta a tese os ventos fazem o carregamento dos poluentes e leva-os, mesmo que de modo menos concentrado, para outros pontos além daqueles de sua origem.

As condições climáticas tiveram um papel importante na presença de micronúcleos que variaram dependendo da estação onde foram realizadas as coletas, ou seja, ocorreu um fenômeno registrado em qualquer parte do planeta, que corresponde à inversão das camadas atmosféricas de forma que o ar frio permanece em baixas altitudes e o ar quente nas camadas mais elevadas. Dessa maneira, ocorre assim, uma desestabilização momentânea da circulação atmosférica e alteração na temperatura que condiciona o aparecimento de micronúcleos dependendo do período do ano. Entretanto, por um cuidado de verificação, são indicadas as realizações de mais estudos para que possamos ter a confirmação da ocorrência deste fenômeno, no município de Siderópolis.

No Estado de Santa Catarina existem relatórios emitidos pelas próprias

indústrias a pedido do Instituto do Meio Ambiente (IMA) para obter ou renovar as licenças ambientais, mas isso não esconde a falta de monitoramento na divulgação destes dados para que a população possa ter consciência da qualidade do ar que ela respira. O estado, apesar de reconhecer que o controle da poluição do ar é obrigação dele, descumpre a determinação federal de monitorar a qualidade do ar. O resultado disso é a falta de políticas públicas e uma população que já sofre com os efeitos da poluição principalmente no sul do Estado. Como o estado não tem o controle do ar que respiramos, é impossível apontar qual é a região ou mesmo a cidade mais poluída. A falta de investimento em recursos para o monitoramento da qualidade do ar, refletiu em problemas respiratórios para a população.

Também se sente a relevância de uma maior quantidade de pesquisas nesta área no Brasil, bem como em particular na região sul de Santa Catarina que utilizem o bioindicador *Tradescantia pallida* purpúrea para o biomonitoramento do ar, quando este se encontra exposto a efeitos de poluentes de indústrias.

Os estudos realizados buscam contribuir para futuras pesquisas com o foco de avaliar a presença de micronúcleos no bioindicador vegetal *Tradescantia pallida*, cuja ocorrência é devida à existência de poluentes na atmosfera liberados pelas atividades industriais e de outros agentes poluidores, tendo em conta que a literatura que envolve este conteúdo é limitada.

REFERÊNCIAS

- AHMED, I et al. Tradescantia-micronucleus (trad-mnc) teste on 140 healthrelated agentes. **Mutant Res**, v. 138, p. 157-167, 1984.
- ALVES, E. S et al. Estudo anatômico foliar do clone híbrido 4430 de Tradescantia: alterações devido a poluição aérea urbana. **Brazilian Journal of Botany**. São Paulo, v. 24, n. 4, p. 578-597, 2001.
- BELL, Michelle L.; DAVIS, Devra L. **Reassessment of the Lethal London Fog of 1952: Novel Indicators of Acute and Chronic Consequences of Acute Exposure to Air Pollution**. Environmental Health Perspectives, Volume 109 (Suplemento 3):389–94, 2001.
- BELOLLI, Mario; QUADROS, Joice; GUIDI, Ayser. **História do Carvão de Santa Catarina**. Criciúma: Imprensa Oficial do Estado de Santa Catarina, 2002. 300 p.
- BILLET, S. A. I. Urban air pollution fine particulate matter exposure: Biomarkers of carcinogenesis modulated by people ageing. **Toxicol. Lett.** 238:S63, 2015.
- CAMPOS JUNIOR, E. O.; KERR, W. E. Teste de micronúcleo com Tradescantia pallida aplicado ao Biomonitoramento da qualidade do ar da cidade de Uberlândia. **Horizonte Científico**, Uberlândia, v. 3, n. 8, p. 1-18, 2009.
- CARVALHO, H. A. Use of Tradescantia to monitor the clastogenic effects of ionizing radiation. **Radiol Bras**, v.38, p. 459-462, 2005.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Legislação federal: controle da poluição ambiental**. São Paulo, CETESB, 1995.
- CETESB Relatório da Qualidade do Ar no Estado de São. In: **Companhia de tecnologia de saneamento ambiental**. São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes/-relatorios>>. Acesso em: 4 nov. 2018.
- COLVILE, R. N et al. The transport sector as a source of air pollution. **Atmospheric Environment**, v.35, p. 1537-1565, 2001.
- CRISPIM, B. A et al. Biomonitoring the genotoxic effects of pollutants on Tradescantia pallida (Rose) D.R. Hunt in Dourados, Brazil. **Environ Sci Pollut Res**, v.19, p. 718-723, 2012.
- DERÍSIO, J. C. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. 2. ed. São Paulo: Signus, 2000.
- DOCKERY, D et al. An association between air pollution and mortality in six U.S. cities. **New England Journal of Medicine**, v.329, 1753-1759, 1993.
- EVANS, H. J. Historical perspectives on the development of the in vitro micronucleus test: a personal view. **Mutation Research, Amsterdã**, v.392, n.02, p.05-10, 1997.

FERREIRA, M. I et al. Monitoramento in situ da mutagenicidade dos poluentes do ar na cidade de São Paulo, utilizando o bioensaio Tradescantia -SHM. **Arquivo Brasileiro de Biologia e Tecnologia**, v. 46, n. 2, p. 253-258, 2003.

GOMES, M. J. M. Ambiente e pulmão. **Jornal de Pneumologia**, São Paulo, v. 28, n. 5, p.261-269, 2001.

GUIMARÃES, E. T et al. Detection of genotoxicity of air pollutants in and around the city of São Paulo (Brazil) with the Tradescantia – micronucleus (Trad-MCM) assay. **Environmental and Experimental Botany**, Oxford, v. 44, n. 1, p. 1-8, 2000.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Classificação Nacional de Atividades Econômicas Versão 2.0**. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/classificacoes/cnae2.0>>. Acesso em: 22 set. 2018.

_____. **Santa Catarina**: Criciúma. 2017. Disponível em: <cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=420460&idtema=130&search=santa-catarina|criciuma|estimativa-da-populacao-2017>. Acesso em: 22 set. 2018.

IEMA. Instituto de Energia e Meio Ambiente. **1º diagnóstico da rede de monitoramento da qualidade do ar no Brasil**. 267p. 2014. Disponível em: <http://www.forumclima.pr.gov.br/arquivos/File/Rosana/Diagnostico_Qualidade_do_Ar_Versao_Final_Std.pdf>. Acesso em: 22 set. 2018.

ISIDORI, M et al. In situ monitoring of urban air in Southern Italy with the Tradescantia micronucleus bioassay and semipermeable membrane devices (SPMDs). **Chemosphere**, Oxford, v. 52, n. 1, p. 121-6, 2003.

JÚNIOR, J. A. S et al. Micronúcleos em tétrades de Tradescantia pallida (Rose) Hunt. cv. purpurea Boom: alterações genéticas decorrentes de poluição aérea urbana. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, Maringá, v. 30, n. 3, p. 295-301, 2008.

KARDEL, F et al. Assessing urban habitat quality based on specific leaf area and stomatal characteristics of Plantago lanceolata L. **Environ Pollut**, v. 158, p. 788-794, 2010.

KAWAGUTI, Wagner Mitio. **Estudo do comportamento térmico de um forno intermitente tipo paulistinha utilizados na indústria de cerâmica vermelha**. 87 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de PósGraduação em Engenharia Mecânica. Florianópolis, 2005. Disponível em: <<http://www.tede.ufsc.br/teses/PEMC0890.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2018.

LE TERTRE, A et al. Short-term effects of particulate air pollution on cardiovascular diseases in eight European cities. **J Epidemiol Commun Health**, v.56, p.773-779, 2002.

LOPES, R. P et al. Estudos geoquímicos e estruturais aplicados à recuperação de áreas degradadas pela extração de carvão – Campo Morozini. In: Encontro nacional de tratamento de minérios e metalurgia extrativa, 10. **Anais...** Florianópolis: ENTMME, p. 697-704, 2004.

LORA, E. E. S. **Prevenção e controle da poluição nos setores energético, industrial e de transporte.** Editado pela ANEEL. 503 p., 2000.

LOUREIRO, L. N. **Panorâmica sobre emissões atmosféricas estudo de caso:** avaliação do inventário emissões atmosféricas da Região Metropolitana do Rio de Janeiro para fontes móveis. Tese. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

MARIANI, R. L; JORGE, M. P. M; PEREIRA, S. S. Caracterização da qualidade do ar em São José Dos Campos-SP, utilizando *Tradescantia pallida* (Trad-MCN). **Revista Brasileira de Geoquímica**, Goiás, v. 22, n. 1, p. 27-33, 2008.

PAVANI, J. B. **Biomonitoramento do ar com *Tradescantia pallida* (Rose) D.R. Hunt no município de Morro da Fumaça, Santa Catarina, Brasil.** 2016, 35 f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2016.

RESOLUÇÃO CONAMA. **Resolução:** nº 5, de 15 de junho de 1989 Publicada no DOU, de 25 de agosto de 1989, Seção 1, páginas 14713-14714.

RESOLUÇÕES CONAMA. **Resoluções:** nº 03, de 1990, nº 08, de 1990, e nº 436, de 2011.

RODRÍGUEZ, Y. A et al. Allium cepa and *Tradescantia pallida* bioassays to evaluate effects of the insecticide imidacloprid. **Chemosphere**, v.120, p. 438-442, 2015.

SANCHEZ, J. C. D; FORMOSO, M. L. L. **Utilização do carvão e meio ambiente.** Porto Alegre: CIENTEC, 34p., 1990.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia das Minas e Energia. **Diagnóstico do Setor de Cerâmica Vermelha em Santa Catarina.** Florianópolis, 1990.

SANT'ANNA, E. T. G. **Poluição atmosférica urbana na cidade de São Paulo e mutagênese: avaliação de riscos utilizando-se bioindicadores vegetais do gênero *Tradescantia*.** 2003 Tese (Doutorado em Fisiopatologia Experimental), Universidade de São Paulo, São Paulo - SP. 2003.

SANTOS, A. P et al. Traffic-related air pollution biomonitoring with *Tradescantia pallida* (Rose) Hunt. cv. purpurea Boom in Brazil. Environ. **Monitoring Assess**, v.187, p.1-10, 2015.

SAVÓIA, E. J. L. **Potencial de para biomonitoramento da poluição aérea de Santo André – São Paulo, por meio do bioensaio Trad – MCN e do acúmulo foliar de elementos tóxicos.** 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de

São Paulo, São Paulo, 2007.

SAVÓIA, E. J. L et al. Biomonitoring genotoxic risks under the urban weather conditions and polluted atmosphere in Santo Andre, SP, Brazil, through Trad-MCN bioassay. **Ecotoxicol. Environ. Safety**, v. 72, p. 255-260, 2009.

SILVEIRA, R. B; ALVES, M. P. A; MURARA, P. Estudo de caracterização da direção predominante dos ventos no litoral de Santa Catarina. In: **Simpósio brasileiro de climatologia geográfica. Anais do 10º Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica**. Curitiba: CoC-UGI, 2014. Disponível em: <<http://www.labclima.ufsc.br/files/2010/04/80.pdf>>. Acesso em: 15 mai. 2017

SISENANDO, H. A; MEDEIROS, S. R. B. de; HACON, S. S. Tradescantia pallida: mais do que uma linda flor, um importante bioindicador da qualidade ambiental. **Genética na Escola, Ribeirão Preto**, v. 2, n. 8, p. 09-13, 2009.

SKOV, H et al. Benzene exposure and the effect of traffic pollution in Copenhagen, Denmark. **Atmos Environ**, v. 35, p. 2463-2471, 2001.

SOUZA, T; PAVEI, P. **Tecnologia Ambiente 16**, 2010.

SOUZA, Natan Felipe. **A Qualidade do ar em Morro Da Fumaça e seus efeitos sobre a saúde da população**. Trabalho de Conclusão de Curso do em Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Florianópolis, 2011.

SUMITA, N. M et al. Tradescantia pallida cv. purpurea boom in the characterization of air pollution by accumulation of trace elements. **Journal of the Air & Waste Management Association**, v. 53, n. 5, p. 574-579, 2003. <http://dx.doi.org/10.1080/10473289.2003.10466197>

TEIXEIRA, M. C. V; BARBÉRIO, A. Biomonitoramento do ar com Tradescantia pallida (Rose) D. R. Hunt var purpurea Boom (Commelinaceae). **Ambiente e Água, Taubaté**, v. 7, n. 3, p. 279-292, 2012.

ZACCARON, I. C. **Biomonitoramento do ar com Tradescantia pallida (Rose) D.R. Hunt no município de Sangão, Santa Catarina**. 2016. 36 f. Monografia (Ciências Biológicas) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2016.

ZANNETTI P. **Air pollution modeling**. Ed. Van Nostrand Reinhold, N.Y., USA. 717p., 1990.